

J.P. Hei. 3 - 101011

(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) Kokai (Laid Open) Patent Publication (A)

(11) Laid Open Patent Publication Number : J.P. Hei. 3 - 101011

(42) Date of Publication of an Unexamined Patent : April 25, J.P. Hei. 3 (1991)

Examination Request : Not Requested

Number of Claims : 3 (Total of 2 pages in the Japanese original)

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	Classification	Internal Filing Codes
H 01 B 12/02	ZAA	8936 - 5G
C 22 C 1/09	A	7727 - 4K
	B	7727 - 4K
H 01 B 13/00	HCS	D
		7244 - 5G

(54) Title of the Invention: Super Conductive Wire Stabilizing Material and Its Manufacturing Method

(21) Application Number : J.P. Hei. 1 - 235626

(22) Date of Filing : September 13, J.P. Hei. 1 (1989)

(72) Inventor and Address : Takuya Suzuki

Furukawa Denki Kogyo K.K.

2-6-1 Marunouchi Chiyoda-Ku, Tokyo-To

(72) Inventor and Address : Kazuo Taguchi

Furukawa Denki Kogyo K.K.

2-6-1 Marunouchi Chiyoda-Ku, Tokyo-To

(72) Inventor and Address : Osamu Kodachi

Furukawa Denki Kogyo K.K.

2-6-1 Marunouchi Chiyoda-Ku, Tokyo-To

(72) Inventor and Address : Kazuhiro Kimishima

Furukawa Denki Kogyo K.K.

2-6-1 Marunouchi Chiyoda-Ku, Tokyo-To

(71) Assignee and Address : Furukawa Denki Kogyo K.K.

2-6-1 Marunouchi Chiyoda-Ku, Tokyo-To

(74) Representative : Patent Attorney : Hiroshi Wakabayashi

**Details**

**1. Title of the Invention : Super Conductive Wire Stabilizing Material and its Manufacturing Method**

**2. Claims**

(1) A super conductive wire stabilizing material that is characterized by being made of a composite in which ceramic whiskers is dispersed into high purity aluminum.

(2) A super conductive wire stabilizing material manufacturing method that is characterized by setting a pre-form comprised of one kind or more than two kinds of  $Al_2O_3$  whiskers, SiC whiskers, and  $TiB_2$  whiskers into a mold for molten metal forging, and melt forging high purity aluminum having a purity of more than 99.99%.

(3) A super conductive wire stabilizing material manufacturing method that is characterized by mixing one kind or more than two kinds of  $Al_2O_3$  whiskers, SiC whiskers, and  $TiB_2$  whiskers, press powdering, de-gassing, hot pressing, and heat extruding it.

**3. Detailed Explanation of the Invention**

**[Industrial Application Area]**

This invention relates to the super conductive wire stabilizing material of aluminum series and its manufacturing method.

**[Prior Technology and Problems]**

High purity aluminum possesses a higher residual resistance ratio and a smaller electrical resistance than high purity copper at liquid helium temperature, and has a light weight; because of this, it is an excellent material as a super conductive stabilizing material. However, high purity aluminum possesses a low mechanical strength; therefore, if such is demanded, a separate strengthening member is necessary, and also, if an attempt is made to composite it with alloy series super conductors such as NbTi, such a process cannot be done because the deformation resistance of both are excessively high.

**[Method for Solving the Problem and Action]**

This invention presents a super conductive wire stabilizing material which solves the above problem, and its construction is characterized by being made of a composite in which ceramic whiskers are dispersed in high purity aluminum.

As ceramic whiskers,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  whiskers,  $\text{SiC}$  whiskers, and  $\text{TiB}_2$  whiskers are usable. These ceramic whiskers do not dissolve at all in high purity aluminum, and moreover, because their strength is high in their fiber form, by dispersing them in high purity aluminum, it becomes possible to strengthen its mechanical strength without lowering the residual resistance ratio of the high purity aluminum much.

To manufacture the super conductive wire stabilizing material described above, there is the method of setting a pre-form made of one kind or more than two kinds of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  whiskers,  $\text{SiC}$  whiskers, and  $\text{TiB}_2$  whiskers into a mold for molten metal forging, and melt forging high purity aluminum having a purity of more than 99.99% into this.

The pre-form used here does not contaminate (illegible) the high purity aluminum, and therefore it can be made without using a binder. The whisker content ratio is normally approximately 4 ~ 35 vol%.

As the other manufacturing method, the method of mixing one kind or more than two kinds of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  whiskers,  $\text{SiC}$  whiskers, and  $\text{TiB}_2$  whiskers, press powdering, de-gassing, hot pressing, and heat extruding it is also usable.

This method based on powder (illegible) metal does not have a limit on the whisker content ratio, and this is determined based on balancing the strength and process-ability.

**[Practical Examples]****Practical Example 1**

A  $\text{SiC}$  whisker pre-form having a 14%  $\text{SiC}$  whisker content was prepared without using a binder, and this was set in a metal mold for molten metal forging; 800°C melted aluminum obtained by melting aluminum ingot having a purity of 99.99% was carefully poured into this without contaminating it, it was pressured immediately, and it was impregnated into the pre-form described above. Thus, composite pellets were manufactured.

These composite pellets were extruded at an extrusion ratio of 20% to become an outer diameter of 15 mm, and by taking a test piece from this extruded material, measurements of its tensile test and residual resistance ratio were performed. The results were : tensile strength = 35 kg/mm<sup>2</sup>; load bearing = 28 kg/mm<sup>2</sup>; stretch = 15%; and residual resistance ratio = 2500.

Also, because the residual resistance ratio of the aluminum ingot was 3500, a drop in the residual resistance ratio was seen by making it into a composite, but this is considered to

be due to contamination from re-melting. From this result, it became clear that a super conductive wire stabilizing material possessing a low resistance which is better than that of high purity copper (200 ~ 300), high strength, and light weight was obtained.

Also, by possessing the strength described above, when it is made into a composite super conductive wire, there is no need to install a strengthening member. Further, because of its large deformation resistance, a composite process with alloy series super conductors such as NbTi becomes possible.

### Practical Example 2

Aluminum having a purity of 99.99% was used as the raw material, aluminum powder was made using an atomizing method in an argon atmosphere, and powder of more than 100 mesh but less than 10 mesh selected from this powder and SiC whiskers were mixed with an attritor in an argon atmosphere. The SiC whisker content ratio was 14%. The mixed powder so obtained was press powdered, degassed, hot pressed, and heat extruded in a manner similar to Practical Example 1, and from the extruded material so obtained, a test piece was taken and a measurement of the tensile test and residual resistance ratio was performed. The results were : tensile strength = 40 kg/mm<sup>2</sup>; load bearing = 54 kg/mm<sup>2</sup>; stretch = 9%, and residual resistance ratio = 1700. Although the residual resistance ratio was slightly lower than that of Practical Example 1, it is thought to be due to contamination during the powdering processes. However, its strength is higher than that of Practical Example 1, and its stretch is also sufficient. Accordingly, this is an extremely good material as a super conductive wire stabilizing material.

### [Effectiveness of the Invention]

As explained above, the super conductive wire stabilizing material related to this invention possesses a higher strength and residual ratio, is moreover light in weight, and possesses an much higher performance characteristic than that made of conventional pure copper.

Representative for the Applicant : Patent Attorney : Hiroshi Wakabayashi

**Translated By : Naoko Fujioka  
9366 Lake Jane Trail  
Lake Elmo, Minnesota 55042  
Tel : (612) 770 - 8206  
Fax : (612) 770 - 5527**

(Translator's Note: The Japanese original is a very poor copy and some numbers and words were either uncertain or illegible.)

②日本国特許庁(JP)

①特許出願公開

②公開特許公報(A) 平3-101011

④Int.Cl.\*

H 01 B 12/02  
C 22 C 1/09

H 01 B 13/00

識別記号

序内整理番号

ZAA

8936-5G

A

7727-4K

B

7727-4K

C

7244-5G

HCS

D

②公開 平成3年(1991)4月25日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全2頁)

③発明の名称 超電導線用安定化材およびその製造方法

②特 願 平1-235626

②出 願 平1(1989)9月13日

②発明者 鈴木 卓哉 東京都千代田区丸の内2-6-1 古河電気工業株式会社  
内

②発明者 田口 和夫 東京都千代田区丸の内2-6-1 古河電気工業株式会社  
内

②発明者 小太刀 修 東京都千代田区丸の内2-6-1 古河電気工業株式会社  
内

②発明者 岩島 和浩 東京都千代田区丸の内2-6-1 古河電気工業株式会社  
内

②出願人 古河電気工業株式会社

④代理人 弁理士 若林 広志

四月 本田 等

一、発明の名称

超電導線用安定化材およびその製造方法

二、特許請求の範囲

1. 高純度アルミニウム中にセラミックウィスカーや分散させた複合材よりなることを特徴とする超電導線用安定化材。

2. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ウィスカーや SIC ウィスカーやおよび TiB<sub>2</sub> ウィスカーやのうちの1種または2種以上からなるブリッジームを溶融鋳造用金型内にセットし、純度99.99%以上の中純度アルミニウムを熔融鋳造することを特徴とする超電導線用安定化材の製造方法。

3. 純度99.99%以上の高純度アルミニウムの粉末と、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ウィスカーや SIC ウィスカーやおよび TiB<sub>2</sub> ウィスカーやのうちの1種または2種以上とを、複合、圧粉、脱ガス、ホットプレス、熱間押出することを特徴とする超電導線用安定化材の製造方法。

三、発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、アルミニウム系の超電導線用安定化材と、その製造方法に関するものである。

(従来技術とその問題)

高純度アルミニウムは引張抵抗比が高く、液体ヘリウム温度では高純度鋼より電気抵抗が小さく、かつ質量であるため、超電導線の安定化材として優れた材料である。しかしながら高純度アルミニウムは、機械的強度が低いため超電導線として強度が要求されるときは別に強度メンバーが必要となり、またNbTi等の合金系超電導体と複合しようとすると両者の变形抵抗が大き過ぎて複合加工ができなかった。

(問題の解決手段とその作用)

本発明は、上記のような問題を解決した超電導線用安定化材を提供するもので、その構成は、高純度アルミニウム中にセラミックウィスカーや分散させた複合材よりなることを特徴とするものである。

セラミックウィスカーやとしては、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ウィ

スカー、SICウィスカーよびTIB<sub>6</sub>ウィスカー等を使用できる。これらのセラミックウィスカーやは高純度アルミニウムに全く固溶せず、しかも織維状で強度がさわめて高いため、これを高純度アルミニウム中に分散させることにより、高純度アルミニウムの強度抵抗比をそれほど低下させずに、機械的強度を高めることができる。

上記のような超電導用安定化材を製造するには、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ウィスカーやSICウィスカーやTIB<sub>6</sub>ウィスカーやのうちの1種または2種以上からなるプリフォームを焼結用金型内にセットし、純度99.99%以上の高純度アルミニウムを熔融融するという方法をとることができる。

ここで使用するプリフォームは高純度アルミニウムを汚染させないためバインダーを使用することなく作成される。ウィスカーやの含有率は通常4~35±1%程度である。

また他の製造方法としては、純度99.99%以上の高純度アルミニウムの粉末と、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ウィスカーやSICウィスカーやTIB<sub>6</sub>ウィスカーや

3

15%、強度抵抗比：2500であった。

なお使用したアルミニウムインゴットの強度抵抗比は3500であったので、複合材としたことにより強度抵抗比の低下がみられたが、これは再溶解による汚染によるものと考えられる。この結果から4.2Kでは高純度鋼（強度抵抗比200~300）を上回る低抵抗が得られ、強度も高く、軽量な超電導用安定化材が得られることが分かった。

また上記のような強度があれば複合超電導線としたときに強度メンバを設ける必要がない。さらに变形抵抗が大きいためNbTi等の合金系超電導体との複合加工も可能である。

#### 実施例2

純度99.997%のアルミニウムを原料としてアルゴン雰囲気中でのアトマイズ法によりアルミニウム粉末を製造し、この粉末から選択した100メッシュ以上10メッシュ以下の粉末と、SICウィスカーやとをアルゴン雰囲気中でアトライターにより混合した。SICウィスカーやの含有率は14%とした。これにより得られた混合粉を圧粉、脱ガス、

のうちの1種または2種以上とを、混合、圧粉、脱ガス、ホットプレス、熱間押出するという方法も使用可能である。

この粉末冶金による方法は、ウィスカーやの含有率に限界はないが、ウィスカーや含有率は強度と加工性のバランスから決められる。

#### （実施例）

##### 実施例1

SICウィスカーや占積率14%のSICウィスカーやプリフォームをバインダーを使用することなく作成し、これを焼結用の金型内にセットし、その金型内に、純度99.997%のアルミニウムインゴットを汚染されないように注意深く溶解して得た800℃のアルミニウム浴槽を注入し、直ちに加圧して上記プリフォーム内にアルミニウム浴槽を含ませ、複合材ビレットを製造した。

この複合材ビレットを、500℃、押出比20で、外径15mmに押し出し、押出材から試験片をとり、引張り試験と強度抵抗比測定を行った。その結果、引張り強度：35kg/mm<sup>2</sup>、耐力：34kg/mm<sup>2</sup>、伸び：

4

ホットプレスし、さらに実施例1と同様に熱間押出し、得られた押出材から試験片を採取して、引張り試験と強度抵抗比測定を行った。その結果、引張り強度：48kg/mm<sup>2</sup>、耐力：34kg/mm<sup>2</sup>、伸び：9%、強度抵抗比：1700であった。実施例1より強度抵抗比が若干低いが、これは粉末化工程での汚染によるものと考えられる。しかし強度は実施例1より高くなっている。伸びも十分ある。したがって超電導用安定化材として極めて好適な材料である。

#### （発明の効果）

以上説明したように本発明に係る超電導用安定化材は、従来の純鋼よりなる安定化材に比べ、高強度で、強度抵抗比が高く、しかも軽量であり、超電導用安定化材として極めて高い性能を有している。

出願人代理人 斎藤士 石林庄志

